

PAT-NO: JP362080579A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 62080579 A  
TITLE: MEASURING INSTRUMENT FOR RADIOACTIVE  
CONCENTRATION  
PUBN-DATE: April 14, 1987

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
GOTO, TETSUO

ASSIGNEE-INFORMATION:	
NAME	COUNTRY
NIPPON ATOM IND GROUP CO LTD	N/A
TOSHIBA CORP	N/A

APPL-NO: JP60221167  
APPL-DATE: October 4, 1985

INT-CL (IPC): G01T001/169, G01T001/167  
US-CL-CURRENT: 378/53

ABSTRACT:

PURPOSE: To measure accurate radioactive concentration by correcting the slit width of a variable slit width collimator according to the transmissivity of gamma rays, correcting an error in measurement due to the horizontal ray source state in a sample to be measured, and inputting measurement data from a gamma ray detector and calculating the radioactive concentration by nuclear species.

CONSTITUTION: A container 2 to be measured is mounted on a sample mount table 9 and a sample on the table 9 is divided lengthwise into plural columnar segments for radiation evaluation; and transmitted gamma rays from an external gamma ray source 10 are measured by a gamma ray detector 11 at a position opposite to the ray source 10 across the container 2 and an arithmetic device calculates the mean concentration in a segment from the transmissivity by using a specific expression. Then, the slit width of the rectangular variable slit width collimator 12 installed in front of the detector 11 is determined on the basis of the gamma ray transmissivity. Then, the arithmetic device calculates the peak count rate of an object nuclear species from gamma ray spectrum data inputted from respective detectors and calculates the radioactive concentration by nuclear species.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-80579

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>G 01 T 1/169  
1/167

識別記号

庁内整理番号

A-8105-2G  
C-8105-2G

⑬ 公開 昭和62年(1987)4月14日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 放射能濃度測定装置

⑮ 特 願 昭60-221167

⑯ 出 願 昭60(1985)10月4日

⑰ 発 明 者 後 藤 哲 夫 川崎市川崎区浮島町4番1号 日本原子力事業株式会社研究所内

⑱ 出 願 人 日本原子力事業株式会社 東京都千代田区幸町1丁目1番7号

⑲ 出 願 人 株式会社東芝 川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁理士 須山 佐一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

放射能濃度測定装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 測定試料の周囲からガンマ線を測定するガンマ線検出器と、前記測定試料にガンマ線を照射してその透過率を測定するための外部ガンマ線源と、前記ガンマ線検出器の前面に配置されるスリット幅可変コリメータと、前記透過率から前記スリット幅可変コリメータのスリット幅を制御して前記測定試料内の水平方向の線源の分布状態による測定誤差の補正を行うとともに、前記ガンマ線検出器からの測定データを入力して核種別の放射能濃度を算出する演算装置とを備えたことを特徴とする放射能濃度測定装置。

(2) スリット幅可変コリメータの高さ方向のスリット幅は固定され、水平方向のスリット幅のみ可変である特許請求の範囲第1項記載の放射能濃度測定装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## [発明の技術分野]

本発明は、定型容器内に充填された非定型固体放射性廃棄物等の放射性物質の濃度を核種別に測定する放射能濃度測定装置に関する。

## [発明の技術的背景]

原子力施設より発生する配管やコンクリート廃材のような非定型の固体廃棄物のうち、焼却処理や酸分解等の減容処理を行うことができない物は、そのままドラム缶等の定型容器内に収納して廃棄物貯蔵所等に廃棄保管されている。こうした廃棄物を他施設へ移動する場合や施設の許可貯蔵能力(放射能換算)を評価する場合には、廃棄物中に含まれる放射能量を測定する必要がある。このような場合には、一般に、放射性物質より放出されるガンマ線のエネルギーを弁別することができるNaI(Tl)シンチレーション検出器やゲルマニウム半導体検出器等を用いて、内部の固体廃棄物を取り出すことなく容器の外部より測定が行われている。

しかしながらこのような廃棄物の放射能量に

は、大きな誤差が伴う。それは、一般に容器内に充填されている放射性廃棄物の放射能の分布が局所的であり、かつガンマ線の吸収体となる物質の分布が一樣でない場合が多く、検出器からの距離およびガンマ線吸収体のバラツキがそのまま測定値に影響をあたえるためである。このような誤差は測定対象が低エネルギーガンマ線放出核種になる程顕著である。

こうした影響をできるだけ排除するために、とくに100KeV前後の低エネルギー放出核種の分析を対象として従来実施されていた方式を第5図ないし第8図に示す。第5図は回転台1上に被測定容器2を載置し、検出器3を被測定容器2の長手方向に移動させて測定を行う方式であり、第6図は第5図と同様な方式で円筒状の被測定容器2をモータ4によって回転するロール5上に置いて回転させ、下方に配置された検出器3を被測定容器2の軸方向に移動させながら測定を行うものである。これらはいずれも、被測定容器を回転することにより、不均一な放射能分布による距離のバラツキ

や、ガンマ線吸収体の分布のバラツキを平均化することをめざしたものである。

第7図は上記方式を改良したもので、検出器3前面に平行スリット型コリメータ6を置き、被測定容器2の長手方向の視野を制限し、被測定容器2を回転機構ごと昇降台7によって移動させて測定を行うものである。この方式では被測定容器2内の放射性物質より放出されるガンマ線のうち、検出器3まで長手方向に斜めに横切る成分がカットされるため、第5図および第6図の方式と比べて容器内の不均一の影響を小さくすることができる。

第8図は第7図の方式にさらに改良を加えたもので、検出器3前面に置かれた平行スリット型コリメータ6により被測定容器2を測定上いくつかのセグメントに分割し、回転機構とともに被測定容器2をステップ状に上昇させ、それぞれのセグメントごとに放射能量を評価し、その合計により被測定容器2内の放射能量を評価するとともに、被測定容器2をはさんで検出器3と相対する位置

に測定対象核種以外の外部ガンマ線源8を配置してガンマ線の透過率によりセグメント内部の密度の平均を求め、セグメントごとにガンマ線の吸収補正を行うものである。

#### 〔背景技術の問題点〕

従来方式においては、容器の長手方向の放射能分布あるいは密度分布に関してある程度正確なガンマ線の吸収補正が可能であるが、容器の半径方向に放射能分布あるいは密度分布が存在する場合には、放射能の評価値に大きな差が生じることがある。第9図のグラフは、放射能が局所的に偏在している場合の例として、200ℓ容積の鋼製ドラム缶容器内に比重1.25の充填材を入れ、その中に点状の放射線源1個を埋め込んで第7図の方式で測定した場合の測定結果を示したもので、曲線Aは放射線源がドラム缶の表面に位置している場合の評価値のドラム缶に均一に分布している場合の評価値に対する比を、測定対象核種のガンマ線エネルギーに関して求めたグラフであり、曲線Bは放射線源がドラム缶の中心に位置している場合

の同じく評価値の比を表わしている。このグラフからの明らかなように、放射性物質が点状に偏在している場合には、ガンマ線のエネルギーが低くなると放射能量が過大もしくは過少評価される傾向が大きくなり、放射能量の定量に大きな誤差をもたらす。これは、ガンマ線エネルギーが低くなると、充填物によりガンマ線の吸収される割合が増加するためである。

#### 〔発明の目的〕

本発明はかかる点に対処してなされたもので、固形放射性廃棄物が充填された定型容器の半径方向に密度あるいは放射能分布が存在する場合においても、物質によるガンマ線吸収に伴う測定評価誤差をきわめて小さくすることができる放射能濃度測定装置を提供しようとするものである。

#### 〔発明の概要〕

すなわち本発明は、測定試料の周囲からガンマ線を測定するガンマ線検出器と、前記測定試料にガンマ線を照射してその透過率を測定するための外部ガンマ線源と、前記ガンマ線検出器の前面に

配置されるスリット幅可変コリメータと、前記透過率から前記スリット幅可変コリメータのスリット幅を制御して前記測定試料内の水平方向の線源の分布状態による測定誤差の補正を行うとともに、前記ガンマ線検出器からの測定データを入力して核種別の放射能濃度を算出する演算装置とを備えたことを特徴とする放射能濃度測定装置である。

#### 〔発明の実施例〕

以下、図面に示した一実施例について本発明を詳細に説明する。

第1図および第2図は、本発明の放射能濃度測定装置の一実施例の検出部を示すもので、第1図は横断面を、第2図は縦断面を概略的に示している。この検出部は、被測定容器2を載置する試料載置台9と、この試料載置台2を定速回転させる回転機構（図示せず）および昇降させる昇降機構（図示せず）と、被測定容器2に測定対象核種と別のエネルギーのガンマ線を透過させる外部ガンマ線源10と、被測定容器2内から放出されるガンマ線および外部ガンマ線源からの被測定容器2

中を透過したガンマ線を検出する複数のガンマ線検出器11（たとえばゲルマニウム半導体検出器あるいはNaI(Tl)シンチレーション検出器等）と、これらガンマ線検出器11の前面に置かれる長方形型スリット幅可変コリメータ12とから構成される。

この長方形型スリット幅可変コリメータ12を第3図に拡大して示す。高さ方向のスリット幅は所定の幅に固定されるが、水平方向のスリット幅は、図中符号13で示されるスリットがガイドピン14に沿ってスライドすることにより、自在に変えることができる。このような水平方向のスリット幅は図示しない演算装置によって制御される。

まず、被測定容器2はその中心軸が回転軸と一致するように試料載置台9に載置される。この試料載置台9上の試料は、放射能評価上試料の長手方向に複数の円柱状セグメントに分割され、この各セグメントごとにそれぞれ放射能量を評価して、その和として全体の放射能量が求められる。このような測定上の分割は、ガンマ線検出器11の前

面に置かれたコリメータ12の高さ方向のスリット幅により長手方向の視野を制限し、試料をこの視野に相当する距離ずつステップ状に上昇させ、その都度定速回転させながら測定することによって得られる。

各セグメントについての放射能量は、次の手順を経て算出される。まず、外部ガンマ線源10からの透過ガンマ線が外部ガンマ線源10と試料を挟んで対向する位置のガンマ線検出器11によって測定され、その透過率より、次式に基づいて、そのセグメント中の平均密度 $\rho$ が演算装置において算出される。

$$\rho = - \frac{\log(I/I_0)}{\mu_m t}$$

ここで、 $I_0$ は試料のない状態における外部ガンマ線源10からのガンマ線計数率、 $I$ は試料を置いた状態における外部ガンマ線源10からのガンマ線計数率、 $\mu_m$ は外部ガンマ線源10からのガンマ線エネルギーに対応する質量吸収係数、 $t$

は被測定容器の内半径である。

ついで、ガンマ線検出器11の前面に設置された長方形型スリット幅可変コリメータ12のスリット幅がガンマ線透過率より決定されるが、それは次のような原理に基づくものである。試料中に放射性核種が中心部に偏在している場合、ガンマ線検出器11との間の物質の内部吸収により、ガンマ線検出器11での測定値は減少する。この減少割合は密度が高くなるにつれて指数的に増加し、測定の過少評価につながる。一方、ガンマ線検出器11より試料をながめた場合、その視野の広がりや水平方向のスリット幅が広い程広がる。測定試料は定速度回転しているため、コリメータの視野を放射能が横切る時間は中心部と周辺とは異なり、周辺にいく程短くなる。この対比はスリットの幅が狭くなる程大きくなる。したがって、適当なコリメータ12のスリット幅をとることにより、放射能の半径方向の分布に応じた形で、線源が中心部および周辺部にあった場合の双方のガンマ線の吸収の差を補正する重みづけが可能であ

る。しかしながら、充填密度が同一の場合でも、測定対象核種が異なると、測定対象核種から放出されるガンマ線の吸収率が変わるため、透過率とスリット幅の関係は異なるものとなる。したがって、あらかじめ測定対象核種をガンマ線の放出エネルギーに応じて複数のグループに分類し、それぞれについて専用のスペクトル測定用のガンマ線検出器11およびコリメータ12を用いて第4図に示すようなガンマ線透過率対スリット幅の関係を導出し、この結果に基づいてそれぞれのコリメータ12のスリット幅を決定する。エネルギー領域の分類としては、たとえばガンマ線検出器11を2台用いる場合、ガンマ線吸収係数の変化の度合が比較的少ない100~1500KeVと100KeV以下に分類する方法が考えられる。

このようにいくつかに分類された各エネルギー領域におけるガンマ線透過率とスリット幅の関係より、各エネルギー領域に対応するガンマ線検出器11の前のコリメータ12のスリット幅が決定され、ついで、ガンマ線スペクトルの測定が行わ

れる。演算装置は、各ガンマ線検出器11からのガンマ線スペクトルデータを入力して測定対象核種のピーク計数率を算出し、ついであらかじめスリット幅を密度の関数として計算もしくは線源による実測より求められた検出効率を用い核種別放射能濃度を算出する。

なお、本実施例においては、スペクトル測定用のガンマ線検出器のうちの1台をガンマ線透過率測定に兼用したが、ガンマ線透過率測定には、スペクトル測定用のガンマ線検出器とは別のガンマ線検出器を用いてもよい。

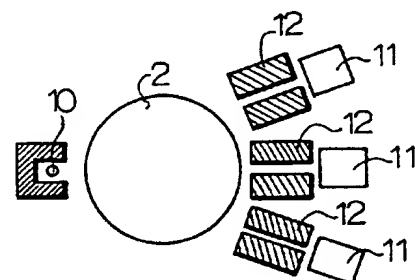
#### 〔発明の効果〕

以上の説明からも明らかなように、本発明の放射能濃度測定装置では、被測定容器の長手方向の密度および放射能分布により測定上の誤差を小さくすることができるばかりでなく、容器の半径方向の密度および放射能分布に関しても、広いエネルギー範囲で内部吸収効果の補正が可能となり、半径方向のバラツキが存在しても正確な放射能濃度を測定することができる。

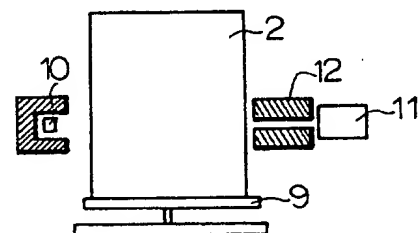
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の放射能濃度測定装置の一実施例の検出部を示す横断面図、第2図は第1図に示す検出部の縦断面図、第3図は第1図に示す放射能濃度測定装置の長方形型スリット幅可変コリメータを示す斜視図、第4図はガンマ線透過率とスリット幅の関係の一例を示すグラフ、第5図ないし第8図は従来の放射能濃度測定装置の検出部を示す側面図、第9図は充填剤入りのドラム缶内に点状の放射線源1個を中心部に位置せしめた場合と、ドラム缶表面に位置せしめた場合の第7図に示す装置で求めた放射能評価値を示すグラフである。

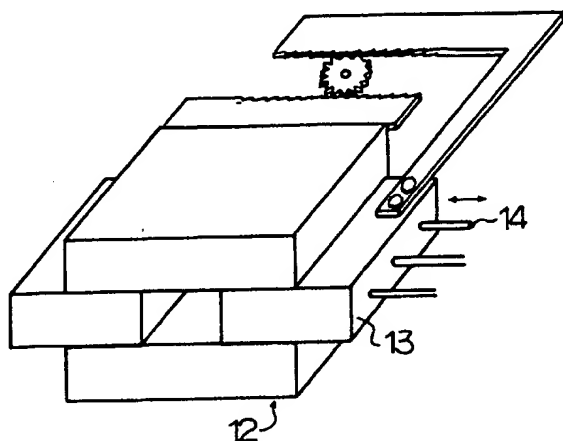
- 2……………被測定容器
- 9……………試料載置台
- 10……………外部ガンマ線源
- 11……………ガンマ線検出器
- 12……………長方形型スリット幅可変コリメータ



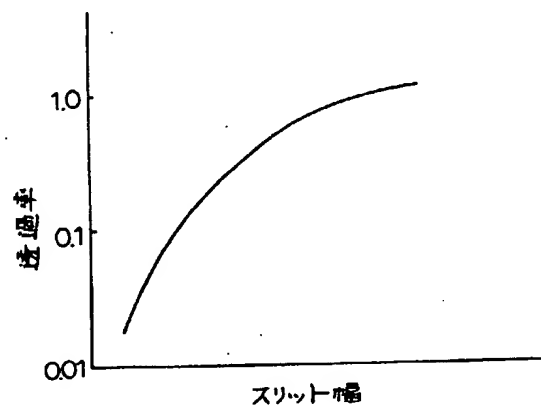
第 1 図



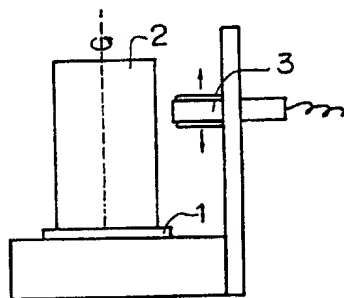
第 2 図



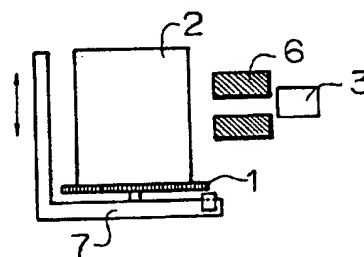
第 3 図



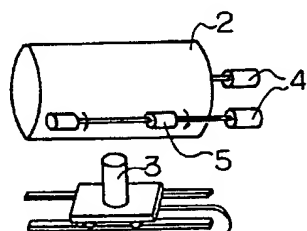
第 4 図



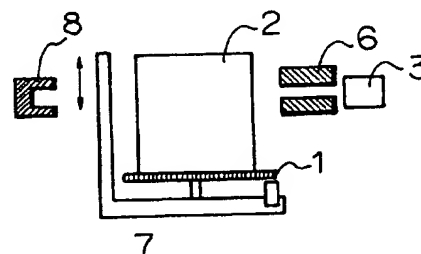
第 5 図



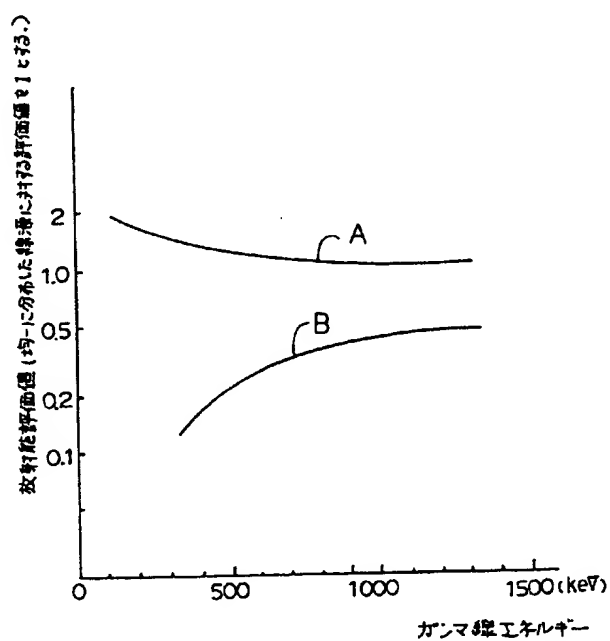
第 7 図



第 6 図



第 8 図



第 9 図